

# **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS UTILITARIOS**

**CRISTIAN CAMILO BARRAGÁN LONDOÑO**

**Trabajo dirigido como requisito para optar al título de Tecnólogo Mecánico**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

**TECNOLOGÍA MECÁNICA**

**PEREIRA**

**2018**

# **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS UTILITARIOS**

**CRISTIAN CAMILO BARRAGÁN LONDOÑO**

**Trabajo dirigido como requisito para optar al título de Tecnólogo Mecánico**

**Director**

**JUAN FELIPE ARROYAVE LONDOÑO**

**Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**FACULTAD DE TECNOLOGÍAS**

**TECNOLOGÍA MECÁNICA**

**PEREIRA**

**2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente al ingeniero Juan Felipe Arroyave por la confianza para llevar a cabo este proyecto, por ser mi tutor y acompañarme en todo el proceso investigativo, por su disponibilidad y por compartir todo su conocimiento frente al tema.

A mi familia por su apoyo y motivación en cada paso que doy; especialmente a mi hermana Darlen Viviana Barragán Londoño que me guío y colaboró en la organización del proyecto.

Al programa de Tecnología Mecánica por brindarme tanto conocimiento en los últimos años y por conducirme hacia la vivencia de nuevas situaciones y experiencias que me servirán en un futuro.

A mis compañeros que fueron un apoyo durante toda la carrera, y especialmente a Gustavo Adolfo Gutiérrez Nieto por haber colaborado en parte de la investigación y por haber compartido su conocimiento.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
METODOLOGÍA .....	8
1. FUNDAMENTOS DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO .....	9
1.1. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO.....	10
1.1.1. MOTOR:.....	11
1.1.2. BATERÍA:.....	12
1.1.3. CONTROLADORES .....	14
2. NORMATIVIDAD SOBRE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	16
2.1. NORMATIVIDAD COLOMBIANA .....	16
2.1.1. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2050 .....	16
2.1.2. RESOLUCIÓN 186 DE 2012 .....	18
2.2. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL .....	19
2.2.1. REGLAMENTO EUROPEO.....	20
2.2.2. REGLAMENTO AMERICANO .....	23
3. PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO DE LOS VEHICULOS.....	24
4. EMPRESAS FABRICANTES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS .....	25
4.1. ALKE .....	25
4.2. COMARTH .....	26
4.3. TEYCARS .....	27
4.4. TAYLOR DUNN.....	28
4.5. CUSHMAN .....	29
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	31
6. CONCLUSIONES.....	37
7. BIBLIOGRAFÍA.....	38

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el mundo se enfrenta a una situación seria, fuerte, complicada y preocupante de contaminación medio ambiental, donde parte del problema surge debido a las emisiones de gases por parte de los vehículos de combustión. Colombia, no ajena al problema, ve agravada la situación, al afrontar deficiencias en el control gubernamental frente al estado y mantenimiento de dichos vehículos; y verse permeada por la tendencia, que tienen las personas del común, a no preocuparse por los hechos y ser indiferentes al tema ambiental que los aqueja.

Los vehículos eléctricos podrían llegar a ser una pequeña solución a este problema gracias a sus características poco perjudiciales para el medio ambiente, a la par que otorgan otros beneficios tales como una baja contaminación auditiva (no generan ruido), cero emisiones de gases tóxicos, menor frecuencia de mantenimiento, entre otros.

Colombia, buscando aumentar la oferta de estos vehículos en el país, con miras a disminuir la problemática enunciada, decidió establecer una estrategia comercial internacional, permitiendo la importación de un contingente anual de 750 carros eléctricos durante tres años (2013-2016) con un arancel del 0%<sup>1</sup>. Sin embargo, las cifras obtenidas tras la aplicación de la norma indicaron que la medida no fue suficiente para motivar un mercado masivo, a pesar de que marcó un histórico interesante para el sector automotor del país.

A finales del 2017, solo el 0.0134% de los vehículos en Colombia eran eléctricos<sup>2</sup>, lo que demuestra que en el país “la importancia del cuidado del medio ambiente a través de alternativas de transporte más sostenibles como los vehículos eléctricos e híbridos aún no representa un segmento representativo entre la industria automotriz”<sup>3</sup>. Sin embargo, se tiene previsto que este hecho cambie, pues se espera que para el 2050 dicha tasa sea equitativa (50% vehículos eléctricos y 50% vehículos a gasolina), y que con el pasar de los años la misma aumente a favor de los vehículos eléctricos.

Es importante resaltar que circunstancias como la topografía colombiana, caracterizada por montañas y cordilleras, las condiciones de la infraestructura vial

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Decreto 2909. 17, diciembre, 2013. Por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas y se establecen unos contingentes para la importación de vehículos eléctricos e híbridos. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2013. 4 p.

<sup>2</sup> CARDONA, Andrés O. Vehículos eléctricos e híbridos alcanzan 0,02% del parque automotor en Colombia [En línea]. En: La Republica. Bogotá D.C.17, noviembre, 2017.

<sup>3</sup> Ibid.

del país y la situación económica del mismo, dificultan el auge de los vehículos eléctricos dentro del territorio; puesto que obligan a que se requiera de una potencia considerable en el motor y que se lleven a cabo una serie de adecuaciones en las vías primarias, para garantizar la circulación libre de los medios de transporte que utilizan esta tecnología.

Ahora bien, en cuanto a desarrollo de los vehículos eléctricos, se encuentran creaciones y ofertas interesantes alrededor del mundo, siendo llevadas a cabo por importantes empresas de renombre internacional. Este es el caso de Tesla, una organización líder en la innovación de este tipo de vehículos 4 ruedas, que le apunta a la producción del “mejor coche eléctrico jamás visto” con miras a generar una total “revolución en el transporte eléctrico”<sup>4</sup>.

A nivel internacional, algunos países han venido lanzado al mercado diversos modelos de vehículos híbridos y eléctricos que agrupan variadas tecnologías en innovación. Ejemplo de ello es el proyecto español formulado por el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA), Mecacontrol y el Centro Tecnológico Metalmecánico y del Transporte (CETEMET), conocido como “INNVEXTRAN”, un vehículo eléctrico-híbrido todoterreno “cuya tracción es solamente eléctrica, con baterías que se recargan de la red eléctrica y también mediante un pequeño motor térmico (de gasolina) que acciona un generador de rango extendido que está desacoplado de la tracción del vehículo”<sup>5</sup>, contando con una autonomía de 60 km en sus baterías o de 900 km en forma híbrida, pudiendo transportar hasta 1.100 kg<sup>6</sup>.

Igualmente, Bruselas y Tokio lanzaron servicios de transporte por medio de vehículos de tres ruedas traccionadas eléctricamente. La ciudad europea innovó a partir del medio de transporte mayoritariamente utilizado en India (Tuk-Tuk) para inaugurar un servicio de taxis a través de vehículos eléctricos tipo delta (2 ruedas atrás, una adelante), con capacidad para tres pasajeros, red Wifi, pantalla táctil y tomas para cargar el celular<sup>7</sup>. Mientras que Toyota, gran empresa asiática, desarrolló en Tokio el I-ROAD, un servicio de autos eléctricos disponibles para el préstamo por toda la ciudad, que cuenta con las cualidades de una bicicleta y las comodidades de un auto<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> TAPLIN, Sam (Direct.). Megafactorías Supercoches: Tesla modelo S. [Programa televisivo]. National Geographic Channel. s.f. Disponible en YouTube.

<sup>5</sup> Anónimo. Un todoterreno eléctrico basado en algoritmos de control avanzado [En línea]. En: Amazings, Noticias de la Ciencia Y la Tecnología. s.l. 10, febrero, 2015.

<sup>6</sup> Anónimo. Innvextran, 4x4, híbrido, enchufable y español [En línea]. En: ABC. Madrid. 29, octubre, 2014.

<sup>7</sup> 15 POST. Extraños autos de 3 ruedas ayudarán a disminuir la contaminación [Video]. YouTube. 15 POST. 13, abril, 2015.

<sup>8</sup> Ibid.

A nivel nacional, la oferta de vehículos eléctricos e híbridos alcanza los 2.012 modelos entre automóviles, modelos de carga y motos; liderando el mercado empresas como BMW, Renault y KIA, en automóviles; BMW, Byd y Mitsubishi, en vehículos utilitarios; y Energy Motors, Starker y Yadea, en motocicletas<sup>9</sup>.

Actualmente Renault ofrece en Colombia el modelo Twizy, un vehículo totalmente eléctrico con capacidad para una o dos personas, dependiendo del modelo, siendo el auto más vendido; y el modelo Kangoo Z.E., una minivan eléctrica de 2 a 5 plazas con una carga útil de 650 kg ideal para necesidades comerciales<sup>10</sup>. Por su parte la BMW reporta la comercialización del modelo i3, el cual es 100% eléctrico, y los modelos i8 y x5, autos de alta gama con tecnología híbrida; mientras Mitsubishi ofrece el iMiev, vehículo totalmente eléctrico, y el Outlander PHEV, híbrido que cuenta con dos motores eléctricos, uno adelante y otro atrás, para lograr tracción en las cuatro ruedas<sup>11</sup>.

En este proyecto se realiza la revisión bibliográfica que corresponde al proyecto “Modelado virtual de un vehículo eléctrico utilitario empleando herramientas computacionales CAD, CAE CAM” del grupo de investigación de Tecnología Mecánica; con el fin de establecer el punto de partida para la toma de decisiones y determinar la base sistemática para el desarrollo del proyecto. La tarea central es organizar y resumir las referencias, de tal manera que revelen el estado actual del conocimiento sobre los vehículos eléctricos utilitarios.

La revisión establece particular importancia en la descripción del tipo de vehículo, empresa, tecnología, dimensiones, especificaciones, tipo de motor, características del chasis, tipo de suspensión, dirección, llantas, entre otras. La revisión tiene en cuenta los estatutos de las diferentes normas que reglamentan las especificaciones del vehículo eléctrico que se desea diseñar.

La revisión es necesaria para el estudio de diferentes subsistemas, chasis, suspensión, dirección, frenos y transmisión, entre otros.

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar la revisión bibliográfica de los vehículos eléctricos utilitarios teniendo en cuenta las especificaciones planteadas en el proyecto Diseño y construcción virtual de un vehículo eléctrico utilitario.

---

<sup>9</sup> CARDONA, Andrés O. Vehículos eléctricos e híbridos alcanzan 0,02% del parque automotor en Colombia [En línea]. En: La Republica. Bogotá D.C. 17, noviembre, 2017. 1 p.

<sup>10</sup> RENAULT. Eléctricos Z.E. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <https://www.renault.com.co/gama/electricos.html>

<sup>11</sup> JARAMILLO, José. ¿Cuáles son los carros híbridos y eléctricos que se consiguen en Colombia? [En línea]. En: Revista Don Juan. Bogotá D.C. 29, septiembre, 2015.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer los parámetros a tener en cuenta para la revisión bibliográfica.
- Estudiar las normas nacionales e internacionales que establecen los requerimientos para los vehículos eléctricos utilitarios.
- Realizar la revisión bibliográfica teniendo en cuenta las normas a nivel nacional e internacional.
- Realizar el levantamiento de una matriz completa donde se establezcan los parámetros producto de la revisión.

## **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de este proyecto será necesario el cumplimiento de los objetivos, planteados anteriormente, mediante la realización de los siguientes procedimientos:

- Descripción del funcionamiento básico de un vehículo eléctrico.
- Descripción de las principales piezas de un vehículo eléctrico.
- Revisión del diseño conceptual y distinciones que se tuvieron en cuenta para establecer las especificaciones del vehículo eléctrico utilitario.
- Selección de las normas, nacionales e internacionales, que establecen requerimientos y parámetros para el diseño y aplicación de los vehículos eléctricos utilitarios (R-UE-168-2013, ANSI B56.8-2006 y NTC4901-3 2007)
- Extracción de la información adecuada de las normas teniendo en cuenta las especificaciones.
- Establecimiento de las características a tener en cuenta en la revisión.
- Realización de la matriz de vehículos con las características establecidas.
- Consulta en la bibliografía (libros especializados, catálogos de vehículos, páginas web, artículos, entre otros).



## 1. FUNDAMENTOS DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

En estos tiempos es evidente que la tecnología detrás de los coches eléctricos está evolucionando, principalmente, para otorgarles una mayor autonomía, garantizada a través de baterías más capaces.

A nivel mecánico, los vehículos de tipo eléctrico son, realmente, simples. A comparación de los vehículos de combustión, el número de piezas móviles es mucho menor, apenas si existen piezas de desgaste, los motores son más fiables y, adicionalmente, son los más eficientes, ya que convierten en movimiento más del 90% de la energía que consumen<sup>12</sup>. Pero, ¿Cómo funciona un vehículo eléctrico? Tal como lo describe Carlos Gonzales:

“Las baterías son, en un coche eléctrico, lo que en un modelo de combustión interna sería el depósito de combustible, y su carga es lo que sustituye al propio carburante. Pero esta energía se aprovecha gracias a un motor, o varios, que son los que llevan esta energía a los ejes para el movimiento de las ruedas, ya sea sólo el eje delantero, sólo el trasero o un sistema de tracción total según la disposición de motores. Por otra parte, el puerto de carga es el que recibe la electricidad del exterior, que gracias a los transformadores se adapta -en tensión y amperaje- a las especificaciones del vehículo. Y otro componente clave, los controladores, son los que mantienen seguro este sistema de recarga y alimentación del motor”<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> COSTAS, Javier. Coches eléctricos: ¿Qué son y cómo funcionan? [En línea]. Motorpasión. 27, diciembre, 2011.

<sup>13</sup> GONZALES, Carlos. ¿Cómo funciona un coche eléctrico? [En línea]. Motor - Cinco Días y El País. Madrid, España. 21, enero, 2016.

## 1.1. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

Las principales piezas que se encuentran en un vehículo eléctrico son, según Javier Costas, las siguientes:

“Motor”: Puede tener uno o varios, dependiendo del diseño. También recupera energía (inversor).

Puerto de carga: Recibe la electricidad del exterior, puede haber otra toma específica para carga rápida.

Transformadores: Convierten la electricidad de una toma casera o de recarga rápida en valores de tensión y amperaje válidos para el sistema de recarga. No solo rellenan las baterías, también se preocupan de la refrigeración para evitar riesgo de explosión o derrames.

Baterías: El depósito de “combustible”, puede haber una batería auxiliar como la de cualquier coche convencional para sistemas de bajo consumo auxiliares.

Controladores: Comprueban el correcto funcionamiento por eficiencia y seguridad, regulan la energía que recibe o recarga el motor”<sup>14</sup>

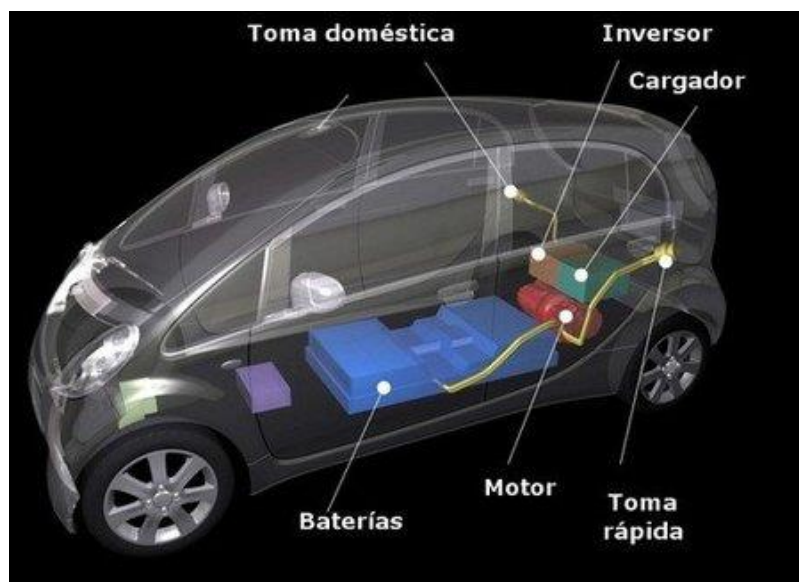


Gráfico 1: Partes del coche eléctrico. Tomado de: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/coches-electricos-que-son-y-como-funcionan>

---

<sup>14</sup> COSTAS, Javier. Coches eléctricos: ¿Qué son y cómo funcionan? [En línea]. Motorpasion. 27, diciembre, 2011.

### 1.1.1. MOTOR

Dentro de los motores más utilizados en el diseño de un vehículo eléctrico se encuentran:

- **Motor de inducción (AC)**

Es un tipo de motor de corriente alterna, donde la corriente eléctrica necesaria para producir torsión en el rotor, es producida por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator. Esto significa que no se suministra corriente a las bobinas giratorias. Estas bobinas son bucles cerrados, por donde fluyen grandes corrientes inducidas debido a su baja resistencia.

- **Motores síncronos de imanes permanentes**

Este tipo de motor utiliza el mismo concepto de un campo magnético giratorio producido por el estator, pero en este caso el rotor consta de electroimanes o de imanes permanentes que giran sincrónicamente con el campo del estator. Existen distintos tipos, tales como:

- ✓ Motor paso a paso de imán permanente.
- ✓ Motores de corriente alterna de imán permanente.
- ✓ Motores de corriente continua de imán permanente.

- **Motor de flujo axial**

Este tipo de motor es considerado el futuro de los vehículos eléctricos ya que debido a su tecnología permite grandes desarrollos, siendo introducidos, normalmente, en la rueda del coche.

“La posición de los devanados e imanes de rotor y estator permiten un flujo de campo magnético paralelos al eje del motor, sin que el principio de funcionamiento difiera mucho de lo ya conocido, pero reduciendo considerablemente el volumen total ocupado por la máquina eléctrica”.

Ahora bien, dado que la fuerza electromagnética entre rotor y estator se ejecuta de manera axial, podría pensarse que este motor afecta los rodamientos que soportan el eje; sin embargo “la arquitectura de estas máquinas permite separar el estator en dos discos que actúan sobre el rotor, que es otro disco alojado entre los dos anteriores. De esta manera las fuerzas que son axiales se contrarrestan y los rodamientos del eje no deben más que soportar el propio peso y fuerzas de inercia”. Además, “la forma del disco permite grandes flujos magnéticos para tamaños más reducidos del rotor

cosa que hace que el momento de inercia, y la masa total del conjunto se puedan ver reducidos”<sup>15</sup>.

- **Motor de corriente continua**

Tal como lo afirma José García, el principio de funcionamiento de este motor “se basa en la repulsión que ejercen los polos magnéticos de un imán permanente cuando interactúan con los polos magnéticos de un electroimán que se encuentra montado en un eje”<sup>16</sup>.

Este electroimán recibe el nombre de “rotor” y el eje mencionado le permite girar libremente entre los polos magnéticos, norte y sur, del imán fijo, ubicado dentro de la carcasa o cuerpo del motor.

### 1.1.2. BATERÍA:

A continuación, se presentan las características de las baterías más utilizadas resaltando aquellas que tienen mayor aplicación en los vehículos eléctricos, recurriendo a las afirmaciones dadas en el blog de Electro movilidad, tal como sigue:

- **Batería de Plomo-Ácido**

“Es el tipo de batería más utilizada y, al mismo tiempo, la más antigua de todas, permaneciendo casi inalterada desde su invención en el Siglo XIX. Su bajo coste las hace ideales para las funciones de arranque, iluminación o soporte eléctrico, siendo utilizadas como acumuladores en vehículos de pequeño tamaño. Sus desventajas son el excesivo peso, la toxicidad del plomo y su lenta recarga, por ello no son las baterías ideales para el coche eléctrico”.

- **Batería Ion-Litio (LiCoO<sub>2</sub>)**

“Baterías de reciente creación formada por un electrolito de sal de litio y electrodos de litio, cobalto y oxido. El uso de nuevos materiales como el litio ha permitido conseguir altas energías específicas, alta eficiencia, la eliminación del efecto memoria, ausencia de mantenimiento y facilidad a la hora de reciclar los desechos de Ion-litio. Pero también tienen desventajas,

---

<sup>15</sup> Emilio. Motores de flujo axial [En línea]. CONVIERTETE. 06, diciembre, 2012.

<sup>16</sup> GARCÍA ÁLVAREZ, José Antonio E. Así funciona el motor de corriente directa o continua [En línea]. Así funciona. s.f.

el principal es su alto coste de producción, aunque poco a poco este se va reduciendo, son frágiles, pueden explotar por el sobrecalentamiento y deben ser almacenadas con mucho cuidado, tanto por necesitar un ambiente frío como porque debe estar parcialmente cargada. Aun así, las baterías de Ion-litio representan a día de hoy una de las mejores elecciones para montar en un VE. Al no ser una tecnología totalmente madura, y encontrarse en continuo desarrollo, los avances las hacen tener un gran margen de mejora”.

- **Batería  $\text{LiFePO}_4$**

“Este tipo de batería Ion-litio es parecida a la anterior, con la diferencia de que no usa el cobalto, por lo que tiene una mayor estabilidad y seguridad de uso. Otras ventajas son un ciclo de vida más largo y una mayor potencia. Como inconvenientes a destacar su menor densidad energética y su alto coste”.

- **Batería ZEBRA**

“Estas baterías, también llamadas de sal fundida, trabajan a  $250^{\circ}\text{C}$  y tienen como electrolito cloro-aluminato de sodio triturado. Es una batería compleja, de mayor contenido químico, pero que consigue unas características de energía y potencia interesantes. En desuso, el electrolito se solidifica, por lo que necesita un tiempo de fundición que puede llegar a ser de dos días para que alcance la temperatura optima y ofrezca plenamente su carga. Tienen el mejor ciclo de vida de todas las baterías, pero requieren ocupar mucho espacio y su potencia es baja”.

- **Batería de Aluminio-Aire**

“Consideradas “pilas de combustible” por la necesidad de sustituir los electrodos de metal gastados por unos nuevos. Con una capacidad de almacenamiento de hasta diez veces más que las de tipo Ion-litio y una densidad energética fuera del alcance del resto, este tipo de batería no ha tenido una buena aceptación comercial debido a sus problemas de recarga y de fiabilidad. Se encuentran en fase experimental”.

- **Batería Zinc-Aire**

“Desarrolladas por una compañía suiza, y en fase experimental, pero más avanzada que las de Aluminio-Aire, estas baterías necesitan obtener el oxígeno de la atmosfera para generar una corriente. Tiene un alto potencial

energético, fiabilidad y son capaces de almacenar el triple de energía que las de Ion-litio en el mismo volumen y con la mitad del coste. Según algunos expertos, el zinc se posiciona como el combustible eléctrico del futuro”<sup>17</sup>.

### 1.1.3. CONTROLADORES

Normalmente el controlador se enfoca en controlar la potencia suministrada al motor, por consiguiente, la velocidad del vehículo tanto en marcha como en reversa; siendo este conocido como controlador de dos cuadrantes. De la misma manera, existen los controladores de 4 cuadrantes, los cuales permite el frenado regenerativo con el vehículo en marcha y en reversa; siendo deseable usar, generalmente, un freno del mismo tipo que permita recuperar energía para frenar convenientemente con un sistema sin fricción.

Los controladores, en general, no solo cumplen las funciones ya mencionadas, existen muchas más; pero la aplicación de las mismas depende del presupuesto y el uso final del vehículo, ya que los controladores más sencillos y económicos no son programables y no cuentan con funcionalidades avanzadas.

Por mencionar algunas de las funciones mencionadas, se tienen:

**“Función de acelerador:** El controlador recibe la señal del pedal acelerador, y en función del ángulo que presente (más o menos pisado), envía electricidad al motor...

**Función de limitación de revoluciones del motor:** Muchos controladores en el mercado permiten programación para limitar el régimen máximo de giro del motor, evitando que éste sufra daños.

**Función de contarrevoluciones:** Relacionada con la anterior, pueden tener salida para un indicador de revoluciones que podemos llevar a nuestro cuadro de instrumentos.

**Función contra sobrecalentamiento:** Cuando la temperatura del controlador excede un determinado límite, éste reduce la potencia empleada para evitar quemarse. Los controladores para autos eléctricos de potencias medias y altas llevan refrigeración líquida. Los más básicos tienen que instalarse en lugares donde puedan evacuar el calor fácilmente.

---

<sup>17</sup> Anónimo. Tipos de batería para coche eléctrico [En línea]. Electro movilidad. 2016.

**Función de protección de las baterías:** ...Las baterías de los autos eléctricos no deben descargarse por debajo de unos niveles. Si lo hicieran, se dañarían irreversiblemente. Para evitar este efecto, se debe programar el controlador para que disminuya el gasto cuando se acerque ese punto e impida seguir circulando cuando se alcance”<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> John. Siete funciones del controlador de un auto eléctrico [En línea]. Auto eléctrico. 13, julio, 2015.

## **2. NORMATIVIDAD SOBRE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

### **2.1. NORMATIVIDAD COLOMBIANA**

La legislación colombiana contempla algunas normas que regulan diferentes factores en cuanto al tema de los vehículos eléctricos, pero además de dichos postulados, es importante tener en cuenta que estas normas deben ser de alcance internacional, para garantizar que el mercado no se vea inhibido por opciones incompatibles a nivel mundial; esto no solo en términos propiamente del vehículo, sino también de infraestructura y conexiones.

Algunas de las normas relacionadas con los vehículos eléctricos han sido desarrolladas por organismos internacionales de normalización como ISO (International Organization for Standardization, u Organización Internacional de Normalización por su traducción) e IEC (International Electrotechnical Commission o Comisión Electrotécnica Internacional).

Estas normas internacionales incluyen la recién revisada ISO 6469, un estándar de dos partes, destinadas a ayudar a los fabricantes de diseño a prueba de fallos vehículos de propulsión eléctrica.

#### **2.1.1. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2050**

A continuación se presentan algunos apartes tomados de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, principalmente en las secciones 511-8 y 511-9, referentes a los equipos para sistemas de carga externos a los vehículos eléctricos, ubicación de los cargadores para las baterías y disposición de los conectores; en adición se presenta la sección 625, que se compone principalmente de los requerimientos y disposiciones de los equipos utilizados para realizar la recarga de vehículos eléctricos, niveles de tensión y corriente utilizados, además de algunos conductores utilizados para dicha recarga.

Se aclara que esta norma no es aplicable a motocicletas, bicicletas, o vehículos similares, ni los vehículos eléctricos todo terreno autopropulsado como: carretillas industriales, grúas, elevadores, carritos de golf y relacionados.

- **Sección 511-8: Equipo para carga de baterías**



Los cargadores de baterías, sus equipos de control y las baterías que se estén cargando, no deben estar ubicados en los siguientes lugares, clasificados en el Artículo 511-3 como de clase I:

- Alturas por debajo de los 0,5 m sobre el nivel del suelo.
- Fosos o depresiones bajo el nivel del suelo.
- Áreas adyacentes a lugares definidos o con ventilación de presión positiva.
- Áreas adyacentes por permiso especial.
- Surtidores de combustible.
- Equipos portátiles de alumbrado.

- **Sección 511-9: Carga de vehículos eléctricos**

Todos los equipos y alambrado eléctricos para carga de vehículos deben estar instalados según la Sección 625 de la norma NTC 2050, exceptuando las modificaciones que se mencionan a continuación, en el apartado 1 y 2.

En adición, los cordones flexibles de conexión deben ser de un tipo aprobado para uso extra pesado.

#### Apartado 1

No debe haber conectores instalados en lugares Clase I. Estos lugares fueron enunciados previamente.

#### Apartado 2

Cuando haya conectores de clavija para la conexión directa los vehículos, el punto de conexión no debe estar en un lugar de Clase I.

Si el cordón está suspendido del techo, debe estar colocado de modo que la posición más baja de la punta de la clavija quede como mínimo a 0,15 m por encima del suelo; y si existe un dispositivo automático que recoja el cordón y la clavija hasta donde no puedan sufrir daños físicos, no se exige un conector adicional en el cable o en la salida.

- **Sección 625: Equipos para sistemas de carga de vehículos eléctricos**

En esta sección se cubren:

- Los conductores y equipos eléctricos externos a los vehículos eléctricos y que sirven para conectarlos a una fuente de alimentación por medios conductivos o inductivos
- La instalación de los equipos y dispositivos para la carga de vehículos eléctricos.

Cabe resaltar que para las carretillas industriales, se debe recurrir a la Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Maintenance, and Operation, ANSI/NFPA 505-1996.

Así pues, esta sección se divide en los siguientes apartados:

Métodos de alambrado: Para los conectores de v.e. define: la polaridad, la construcción e instalación, el acople y el polo de puesta a tierra.

Construcción del equipo: Aclara requisitos sobre los equipos de suministro para vehículos eléctricos, su capacidad nominal, los rótulos que deben llevar, los tipos de medios de acople, los tipos de cables a utilizar, el enervamiento de los equipos de suministro y la desenergización automática que debe presentar el cable.

Control y protección: Define la protección contra sobrecorriente y la protección de las personas contra falla a tierra; además de los medios de desconexión, la puesta a tierra y la pérdida de la fuente primaria.

Ubicación de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos: En este apartado se mencionan las disposiciones para cuando haya instalado un equipo de alimentación para vehículos eléctricos en un lugar peligroso. Igualmente se describen los locales cubiertos y lugares exteriores donde deben localizarse este tipo de conectores, caracterizándole la ubicación, la altura, la ventilación necesaria y la ventilación no necesaria.

### **2.1.2. RESOLUCIÓN 186 DE 2012**

Esta resolución establece la eliminación del IVA, aplica para tecnologías limpias (vehículos híbridos, eléctricos y dedicados a GN), IVA del 19% al 0%. Para los EV una reducción del IVA del 16% al 5%, posteriormente, por la reforma tributaria, la Ley 1607 de 2012, expresa que el IVA pasa del 5% al 0%. Además, para los EV y las estaciones de recarga (lenta y rápida) una reducción de arancel de 35% al 0 %, y para vehículos híbridos enchufable (PHEV) una reducción de arancel de 35% al 5% [29].

También, la resolución 586 (UPME), 778 (MADS) y 779 (MADS) de 2012, establecieron los requisitos y procedimientos para acceder a beneficios como la exclusión del IVA para vehículos de tecnologías limpias (eléctricos e híbridos).

## 2.2. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL

A continuación, se exponen algunas normas internacionales que podrían tener cabida en el contexto colombiano para reglamentar la implementación de los sistemas de recarga para vehículos eléctricos.

Estas normas son pensadas con el fin de establecer un óptimo funcionamiento del sistema eléctrico de potencia, como también de garantizar la seguridad de las personas y el adecuado desempeño de los componentes del vehículo.

Se hace la aclaración de que las normas mostradas a continuación son de origen norteamericano y europeo, ya que el sistema colombiano es fielmente seguidor de estas especificaciones, además de contarse con un sistema eléctrico muy similar.

- ***Nivel 1. Sistemas de carga lenta***

Voltaje estándar de 120 VAC, comúnmente se encuentra disponible a nivel residencial o comercial, debido a que a este nivel de voltaje se proveen potencias bajas (Máxima de 1.44 kW), los tiempos de carga son prolongados.

- ***Nivel 2. Sistemas de carga semi-rápida***

Este nivel de carga utiliza una tensión de 240 VAC monofásico, es utilizado con mayor facilidad en el sector privado y público. El nivel de carga semi-rápida requiere de un equipo especial con lo cual se garantiza un nivel de seguridad alto.

- ***Nivel 3. Sistemas de carga rápida***

El nivel de carga rápida es implementado en aplicaciones comerciales y públicas, y es semejante a una estación comercial de gasolina. Este tipo de sistema de carga utiliza un nivel de tensión de 480 VAC trifásicos. En la práctica, los equipos de potencias varían en un rango entre 60 y 150 kW.

También se presenta la norma SAE J 1172 de octubre de 2009, la cual es un estándar norteamericano y hace referencia a los conectores eléctricos para vehículos eléctricos. Su principal finalidad es precisar un conductor estándar de carga para vehículos eléctricos que incluya las características físicas y eléctricas del conector, los requisitos de funcionamiento, requisitos dimensionales de la entrada del vehículo y el conector de acoplamiento.

Esta norma se basa en un conector diseñado por Yazaki, el cual soporta una potencia de hasta 16.8kW, inyectados mediante corriente monofásica (120-240 V AC y 70A). El conector tiene forma redonda, con un diámetro de 43 mm, posee 5 pines y contempla un canal de comunicaciones a través de la línea eléctrica para identificar al vehículo y controlar su carga.

### 2.2.1. REGLAMENTO EUROPEO

REGLAMENTO (UE) N o 168/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de enero de 2013 relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos.

Según el apartado 94 del Artículo 3 (definiciones) se determina como “vehículo eléctrico puro”: “un vehículo propulsado por:

- a. un sistema consistente en uno o más dispositivos de acumulación de energía eléctrica, uno o más dispositivos de acondicionamiento de la energía eléctrica y uno o más aparatos eléctricos que convierten la energía eléctrica acumulada en energía mecánica que se transmite a las ruedas para la propulsión del vehículo;
- b. un sistema de propulsión eléctrica auxiliar montado en un vehículo diseñado para funcionar a pedal.”

Según el Artículo 4 (categorías de vehículos). Los vehículos de categoría L incluyen a los vehículos de motor de dos, tres y cuatro ruedas clasificados con arreglo al presente artículo y al anexo I, así como a los ciclos de motor, los ciclomotores de dos o tres ruedas, las motocicletas de dos o tres ruedas, las motocicletas con sidecar, los cuatriciclos ligeros o pesados para carretera, y los cuatrimóviles ligeros y pesados.

A efectos del presente Reglamento, se aplicarán las siguientes categorías y subcategorías de vehículos, descritas en el anexo I:

b) vehículo de categoría L2e (ciclomotor de tres ruedas), que se divide en las subcategorías siguientes:

- i) vehículo L2e-P (ciclomotor de tres ruedas concebido para el transporte de pasajeros),
- ii) vehículo L2e-U (ciclomotor de tres ruedas concebido para el transporte de mercancías).

e) Vehículo de categoría L5e (triciclo de motor), que se divide en las subcategorías siguientes:

- i) vehículo L5e-A (triciclo), vehículo concebido principalmente para el transporte de pasajeros,
- ii) vehículo L5e-B (triciclo comercial), triciclo concebido exclusivamente para el transporte de mercancías;

f) vehículo de categoría L6e (cuatriciclo ligero), que se divide en las subcategorías siguientes:

- i) vehículo L6e-A (cuatriciclo ligero para carretera),
- ii) vehículo L6e-B (cuatrimóvil ligero), que se divide en las subcategorías siguientes:
  - vehículo L6e-BU (cuatrimóvil ligero para el transporte de mercancías): vehículo concebido exclusivamente para el transporte de mercancías,
  - vehículo L6e-BP (cuatrimóvil ligero para el transporte de pasajeros): vehículo concebido principalmente para el transporte de pasajeros;
- g) vehículo de categoría L7e (cuatriciclo pesado), que se divide en las subcategorías siguientes:
  - i) vehículo L7e-A (quad pesado para carretera), que se divide en las subcategorías siguientes:
    - L7e-A1: quad para carretera A1,
    - L7e-A2: quad para carretera A2,
  - ii) vehículo L7e-B (quad todo terreno pesado), que se divide en las subcategorías siguientes:
    - L7e-B1: quad todo terreno,
    - L7e-B2: buggy con asientos yuxtapuestos (side-by-side),
  - iii) vehículo L7e-C (cuatrimóvil pesado), que se divide en las subcategorías siguientes:
    - vehículo L7e-CU: (cuatrimóvil pesado para el transporte de mercancías) vehículo concebido exclusivamente para el transporte de mercancías,
    - vehículo L7e-CP: (cuatrimóvil pesado para el transporte de pasajeros) vehículo concebido principalmente para el transporte de pasajeros.

Los vehículos de categoría L enumerados en el apartado 2 se clasifican, a su vez, en función de la propulsión del vehículo:

- a) vehículo propulsado con un motor de combustión interna:
  - encendido por compresión (CI),
  - encendido por chispa (PI);
- b) vehículo propulsado con un motor de combustión externa, un motor de turbina o de pistón rotativo; a efectos de la conformidad con los requisitos medioambientales y de seguridad funcional, los vehículos equipados con este tipo de propulsión se consideran igual que los vehículos propulsados con un motor de combustión interna de encendido por chispa;

c) vehículo propulsado por un motor de aire pre comprimido que no emite niveles de contaminantes o gases inertes superiores a los presentes en el aire ambiente; a efectos de la conformidad con los requisitos de seguridad funcional y del almacenamiento y suministro de combustible, dichos vehículos se consideran igual que los vehículos que funcionan con combustible gaseoso;

d) vehículo propulsado con un motor eléctrico;

e) vehículo híbrido que combine cualquier configuración de la propulsión mencionada en las letras a), b), c) o d) del presente apartado, o cualquier combinación múltiple de estas configuraciones de la propulsión, incluidos los motores de combustión múltiple y/o los motores eléctricos.

Según el Artículo 21 (Requisitos técnicos de los sistemas de diagnóstico a bordo).

A partir de las fechas previstas en el punto 1.8.1 del anexo IV, los vehículos de las categorías o subcategorías L3e, L4e, L5e-A, L6e-A y L7e-A estarán equipados con un sistema DAB I que detecte cualquier fallo del circuito eléctrico o de los componentes electrónicos del sistema de control de las emisiones, y que notifique dichos fallos cuando, a consecuencia de los mismos, se superen los umbrales de emisiones establecidos en el anexo VI, parte B1.

- **Clasificación vehículos eléctricos utilitarios según el parlamento europeo**

El caso de los ATX serie E, medios eléctricos profesionales proyectados para usos en las condiciones más duras y exigentes, con capacidad de carga hasta los 1.000 Kg y de remolque hasta los 3.000 Kg.

Las dimensiones generales para un vehículo de categoría L7e tienen que cumplir las siguientes características:

- Longitud < 3,7 m
- Ancho < 1,5 m
- Altura < 2,5 m

Los vehículos eléctricos disminuyen contaminación auditiva y contaminación ambiental con una capacidad de trabajo real, no por casualidad un número cada vez mayor de sectores está activando procedimientos de conversión casi completa del parque de máquinas hacia vehículos eléctricos de altas prestaciones como los ATX E. Se nota verdaderamente la diferencia de poder moverse y operar sin límites horarios y de espacio en el interior de zonas residenciales, estructuras turísticas, parques y clubs de golf, así como áreas internas de estructuras aeroportuarias, civiles o comerciales sin molestar a los visitantes o a los operadores que residen en estas áreas.

### **2.2.2. REGLAMENTO AMERICANO**

La revisión de la norma ANSI B56.8-2006 arrojó que esta, dentro de su contenido, establece diferentes parámetros para el uso de montacargas eléctricos para la disposición industrial.

“El Instituto de Normalización Nacional Estadounidense (ANSI) publica el B56.6, que cubre el uso de montacargas. A lo largo de éste, ANSI describe los requisitos estándares para las cestas de hombre o las plataformas de trabajo que se adhieren a los montacargas. ANSI cubre los requisitos de diseño, requisitos de formación para ocupantes y los operadores y los requisitos de la máquina”<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> GARCIA, Horacio. Requisitos de ANSI para plataformas de trabajo de montacargas [En línea]. Cuida tu dinero. 01, febrero, 2018.

### 3. PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO DE LOS VEHICULOS

Para la realización del estudio de los vehículos eléctricos utilitarios se investigaron las principales compañías fabricantes de los mismos, indagando, en los modelos fabricados por cada una de ellas, sobre los siguientes parámetros:

- Motor utilizado en dicho modelo.
- Par máximo generado por el motor.
- Autonomía del vehículo.
- Capacidad de carga.
- Potencia del motor.
- Tipo de chasis.
- Tipo de suspensión (trasera y delantera).
- Sistema de frenos.
- Velocidad máxima.
- Tipo de transmisión.
- Número de asientos en la cabina.
- Dimensiones del vehículo.
- Ilustración.

Al finalizar la revisión, se clasificaron los vehículos por empresa fabricante y se recopilaron los datos en la siguiente matriz adjunta; donde, además, se realizó un análisis cuantitativo de los resultados a través de la exposición de gráficos por cada uno de los parámetros anteriormente mencionados.

**Matriz adjunta:** [proyecto de grado\MATRIZ-VE.xlsx](#)



## 4. EMPRESAS FABRICANTES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

A continuación, se describirán algunas de las empresas que fabrican vehículos eléctricos utilitarios a nivel mundial y que cumplen con la categoría Le7 descrita en el reglamento europeo. Igualmente se nombran los vehículos fabricados por ellas y las principales características de estos, por medio de una matriz adjunta.

### 4.1. ALKE



Gráfico 1: Logo de la empresa alke'. Tomado de: <https://www.alke.eu/es/>

Alke' es un fabricante de vehículos eléctricos de carretera homologados para el transporte, la logística y otras operaciones multifunciones o especiales. Con sede en Italia del Norte, con más de 25 años de experiencia y miles de vehículos presentes en el mercado, Alke' es un protagonista clave a nivel internacional en el sector de los vehículos eléctricos, sus productos se encuentran en el segmento alto de mercado en términos de calidad y prestaciones.

Hasta el día de hoy, los vehículos Alke' se han vendido en más de 40 países del mundo, abarcando todos los continentes. Entre sus clientes destacan los grandes nombres de la industria, de las instituciones de relieve y posiciones de prestigio.

El establecimiento productivo Alke' cuenta con una superficie de 11.000 m<sup>2</sup> y ha sido diseñado para permitir una capacidad productiva de hasta 2000 vehículos al año. Distribuido en dos plantas, también incluye un circuito específico para las pruebas de conducción.

El sistema de gestión integrado Alke' incluye las Certificaciones ISO 9001 (Calidad), ISO 14001 (Medio Ambiente) y OHSAS 18001 (Seguridad).

#### Vehículos analizados:

- Modelo ATX 210E
- Modelo ATX 230E
- Modelo ATX 110E
- Modelo ATX 240E
- Modelo ATX 230EH
- Modelo ATX 240EDH

### **Matriz de análisis de parámetros:**

Disponible en el siguiente link: [proyecto de grado\MATRIZ-ALKE.xlsx](http://proyecto.de.grado\MATRIZ-ALKE.xlsx)

### **4.2. COMARTH**



*Gráfico 2: Logo de la empresa COMARTH. Tomado de: <http://www.fp7-emerald.eu/comarth.aspx>*

COMARTH ENGINEERING es una empresa tecnológica ubicada en España, fabricante de vehículos eléctricos con distribución en todo el mundo y una alta fiabilidad en los vehículos que comercializa. Nuestra gama de vehículos eléctricos permite atender las necesidades de clientes profesionales y aquellos que buscan ocio o aplicaciones turísticas.

No obstante, en COMARTH ENGINEERING seguimos trabajando para ofrecer las mejores soluciones a nuestros clientes y por ello tenemos en marcha tres proyectos de I+D+i que buscan mejorar los rendimientos de las baterías, aumentar la autonomía de los vehículos y contar con la electrónica de última generación para entregar los vehículos más eficaces y precisos del mercado. Aquellas empresas o particulares que deseen personalizar sus vehículos, saben que COMARTH cuenta con diseñadores, ingenieros y especialistas con capacidad y experiencia para resolver los retos más complicados, de manera que los resultados son siempre satisfactorios.

Los vehículos COMARTH se ensamblan en nuestra fábrica de Murcia y están homologados en el INTA siguiendo las directivas europeas vigentes. Pero lo que más nos preocupa en COMARTH es proporcionar a nuestros clientes un servicio de calidad que nos permita estar a la altura de nuestros clientes. Atendemos a nuestros clientes como amigos que nos informan de sus inquietudes, nos hacen sugerencias para mejorar nuestros productos y nos recomiendan a sus amigos más queridos.

### **Vehículos analizados:**

- Modelo Cross Rider
- Modelo CR Sport
- Modelo T-Truck

- Modelo T-Bus (con capacidad para 9 pasajeros).

#### **Matriz de análisis de parámetros:**

Disponible en el siguiente link: [proyecto de grado\MATRIZ-COMARTH.xlsx](#)

#### **4.3. TEYCARS**



*Gráfico 3: Logo de la empresa TEYCARS. Tomado de: <http://www.teycars.com>*

TEYCARS es una compañía con más de 16 años de experiencia en el mercado y de capital 100% español. Nuestro principal objetivo, ser un referente en todas las operaciones de Venta, Alquiler, Post-venta y Servicio Técnico, mediante la mejora continua, la eficacia de nuestros Sistemas de Gestión de Calidad entre otros procesos. Somos un equipo orientado a la eficiencia y preparado para ser un garante de calidad en todas las acciones de prevención, mantenimiento y post-venta, cumpliendo siempre con los requisitos establecidos con nuestros proveedores y clientes dentro de los estándares de calidad requeridos para nuestro sector.

#### **Vehículos analizados:**

- Transcarga M
- Transcarga L
- Transcarga XL
- Cartagena Isothermo

#### **Matriz de análisis de parámetros:**

Disponible en el siguiente link: [proyecto de grado\MATRIZ-TEYCARS.xlsx](#)

#### 4.4. TAYLOR DUNN



Gráfico 4: Logo de la empresa TAYLOR-DUNN. Tomado de: <https://www.taylor-dunn.com/>

Taylor-Dunn es un proveedor líder de vehículos comerciales e industriales. Desde el día en que envió el primer vehículo en 1949, ha perseguido un objetivo singular: construir vehículos resistentes, robustos y confiables para trasladar personal, equipos y materiales. Durante más de sesenta y ocho años, los vehículos estándar y personalizados (transportadores de carga, transportadores de personal, almacenes, carretillas eléctricas, tractores de remolque y más) han sido la solución líder para clientes en una amplia gama de mercados industriales, comerciales y de soporte terrestre. Taylor-Dunn tiene como principio rector proporcionar soluciones específicas de la aplicación, que sean confiables, eficientes y económicas.

En la actualidad, Taylor-Dunn produce una amplia línea de vehículos eléctricos, de gas y combustión, carga y remolque que se utilizan en la industria y el comercio en los Estados Unidos y en todo el mundo.

##### **Vehículos analizados:**

- ET-150
- Bigfoot 3000
- Bigfoot XL
- T48. Desarrollado para la empresa “Coca-Cola”.

##### **Matriz de análisis de parámetros:**

Disponible en el siguiente link: [proyecto de grado\MATRIZ-TAYLOR-DUNN.xlsx](#)

#### 4.5. CUSHMAN



**CUSHMAN**

*Gráfico 5: Logo de la empresa CUSHMAN. Tomado de: <http://www.drewscustomcarts.com>*

Lo que comenzó con dos primos construyendo maquinaria agrícola y motores de bote de dos tiempos en 1901 es ahora el fabricante de la línea más amplia de vehículos utilitarios en el mercado. Durante la Primera Guerra Mundial, Cushman proporcionó motores de dos y cuatro caballos de fuerza para operar bombas de agua, separadores de nata, lavadoras y sierras de madera. En la Segunda Guerra Mundial, la compañía producía scooters usados por la Armada, el Ejército y la Fuerza Aérea del Ejército.

Los vehículos utilitarios y comerciales de la marca Cushman son conocidos en todo el mundo por su versatilidad, durabilidad y confiabilidad. Cushman ofrece una gama completa de vehículos pesados de manejo de materiales industriales, cómodos transportes de personal y vehículos de alimentos y bebidas. Los modelos a gasolina y eléctricos, más una extensa lista de opciones y accesorios, hacen de Cushman la opción más versátil en vehículos utilitarios.

Hoy, la marca Cushman sigue ofreciendo soluciones robustas y confiables para una variedad de industrias. Los vehículos de la marca Cushman ahora son fabricados por Textron Specialized en Augusta, Georgia, en una planta recientemente expandida de 700,000 pies cuadrados. Y con los recursos en constante expansión de Textron, la empresa matriz de Textron Specialized Vehicles, conocida por sus innovadoras soluciones de transporte y excelencia en la fabricación, la marca Cushman continúa creciendo.

#### **Vehículos analizados:**

- De la empresa CUSHMAN, el modelo TITAN HD
- De la empresa MEGA\*, el modelo E-WORKER

\*De la empresa MEGA no se encontró descripción, por tanto, para facilidades de análisis, su modelo de vehículo utilitario estudiado se incorporó en conjunto con el vehículo CUSHMAN.

**Matriz de análisis de parámetros:**

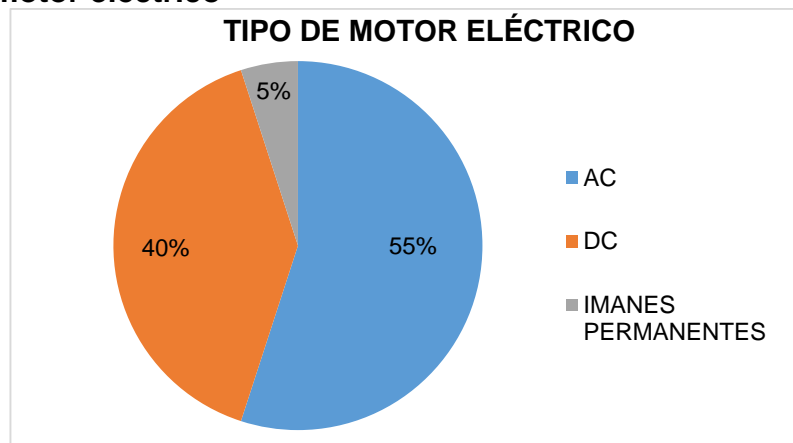
Disponible en el siguiente link: [proyecto de grado\MATRIZ-CUSHMAN-OTROS.xlsx](#)

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A través de las matrices elaboradas para cada una de las empresas enunciadas anteriormente, se procedió a analizar los principales parámetros establecidos, de manera tal que se formularan las características de mayor uso en los vehículos eléctricos utilitarios estudiados.

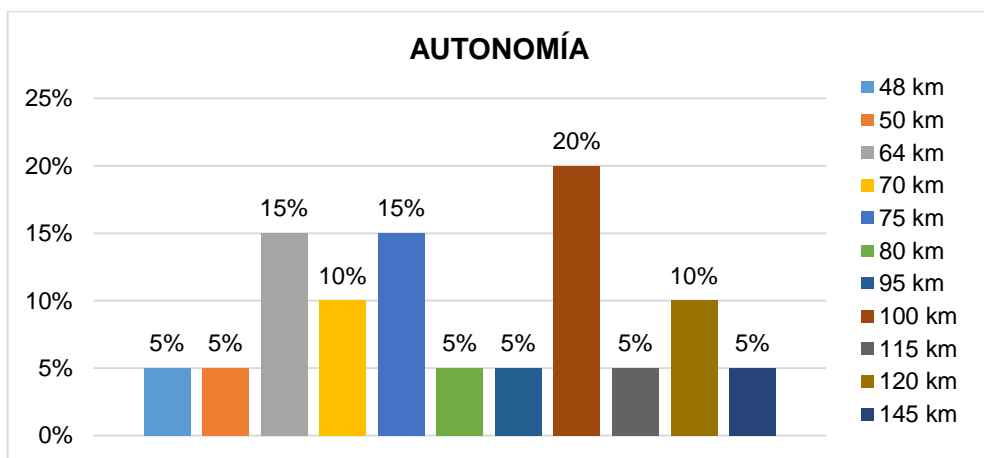
La muestra para dicho análisis correspondió a 20 vehículos.

- **Tipo de motor eléctrico**



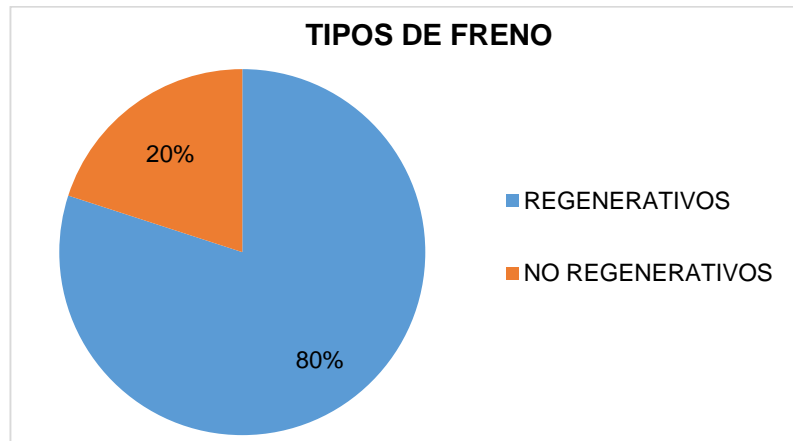
Se observa que el tipo de motor eléctrico más utilizado en los vehículos utilitarios estudiados es el motor de corriente alterna (AC) y el menos utilizado el de imanes permanentes.

- **Autonomía**



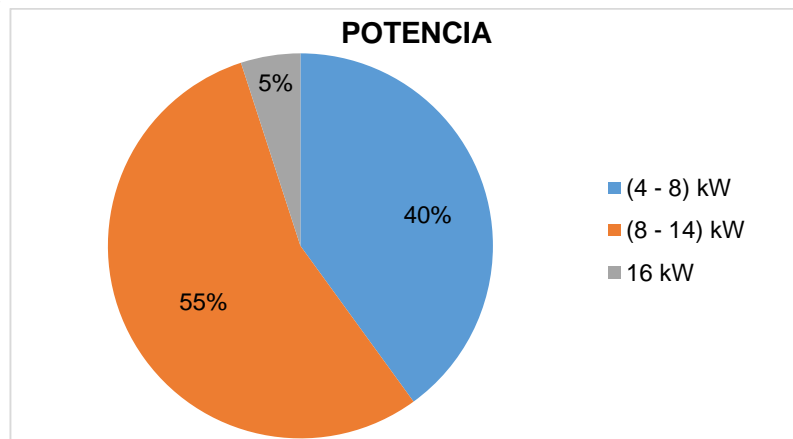
La autonomía es altamente variable según el vehículo, esta variación oscila entre los 48 y 145 km, pero existe en una gran concentración entre los 64 y 100 km con un 70% de representación.

- **Tipos de freno**



Los frenos regenerativos son mayormente usados, comparados con los no regenerativos. Así por cada 5 vehículos, 4 usan frenos de tipo regenerativo.

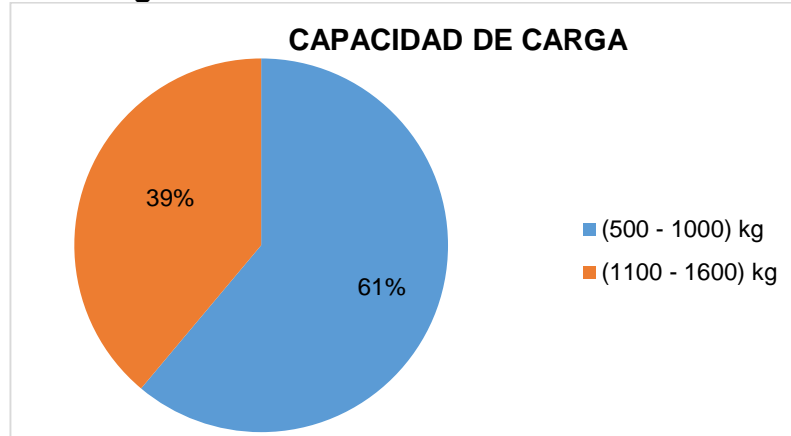
- **Potencia**



El 95% de los vehículos estudiados presenta una potencia establecida entre los 4 y los 14 kW, lo que demuestra que pocas veces es alcanzada una potencia superior a estos valores.

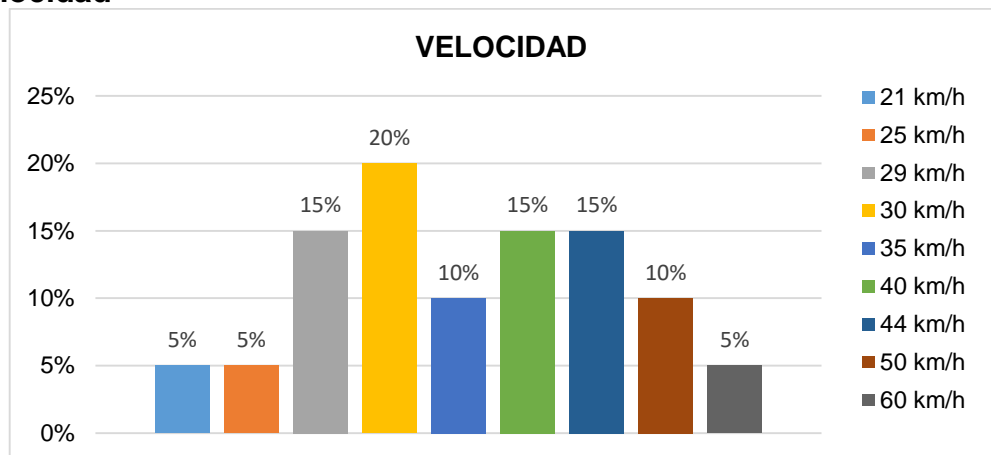


- **Capacidad de carga**



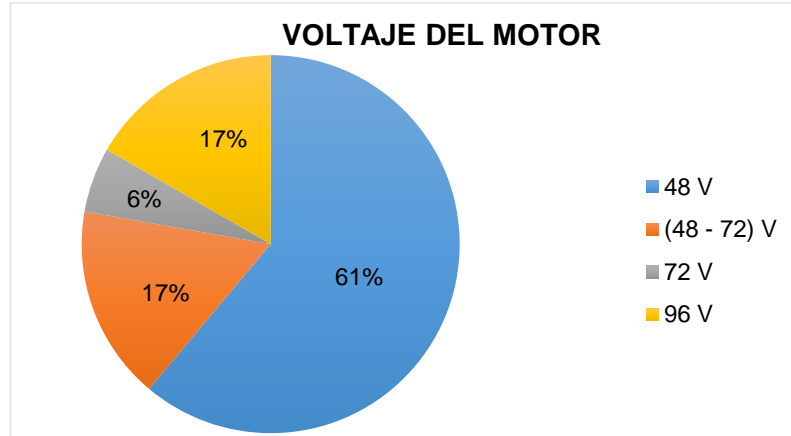
El 61% de los vehículos estudiados soporta una carga inferior o igual a una (1) tonelada. Aun así, el 39% de estos, tiene capacidad de carga por encima de los 1000 kg, llegando, máximo, hasta los 1600 kg.

- **Velocidad**



La velocidad máxima alcanzada en estos vehículos analizados es muy variante, sin embargo, hay una gran concentración entre 29 y 50 km/h equivalente a un 85%.

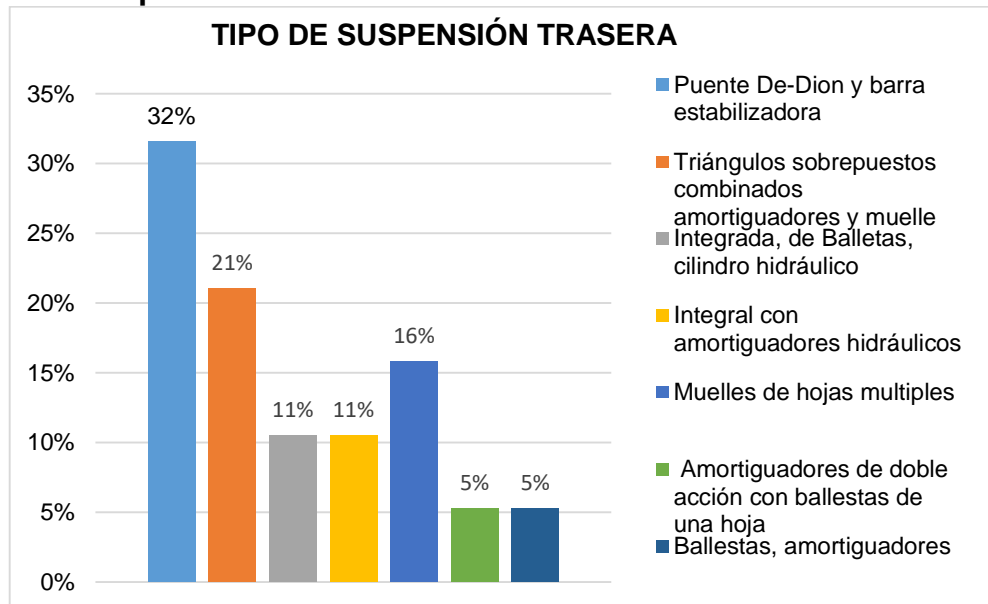
- **Voltaje del motor**



El 61% de los vehículos analizados presenta un motor de 48 voltios, lo que indica que es el más usado; seguido por los motores de 96 V y aquellos que se encuentran entre los 48 V y los 72 V.

**\*Nota:** Se precisa informar que para este análisis la base de los cálculos fue de 18 vehículos y no de 20, ya que no se encontró la información requerida en los otros dos vehículos.

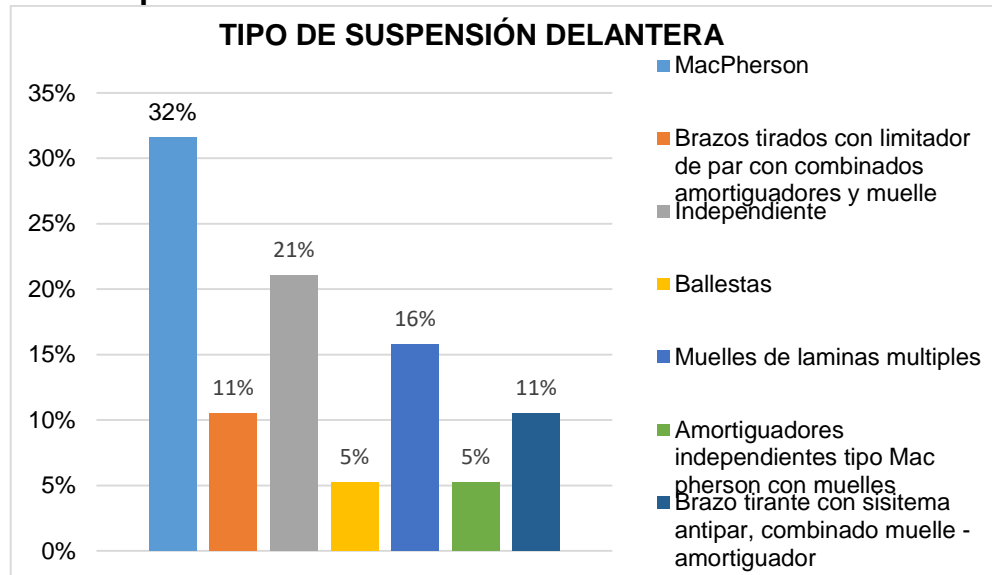
- **Tipo de suspensión trasera**



El 32% de los vehículos estudiados poseen puente De-Dion y barra estabilizadora como tipo de suspensión trasera, mientras los amortiguadores de doble acción con

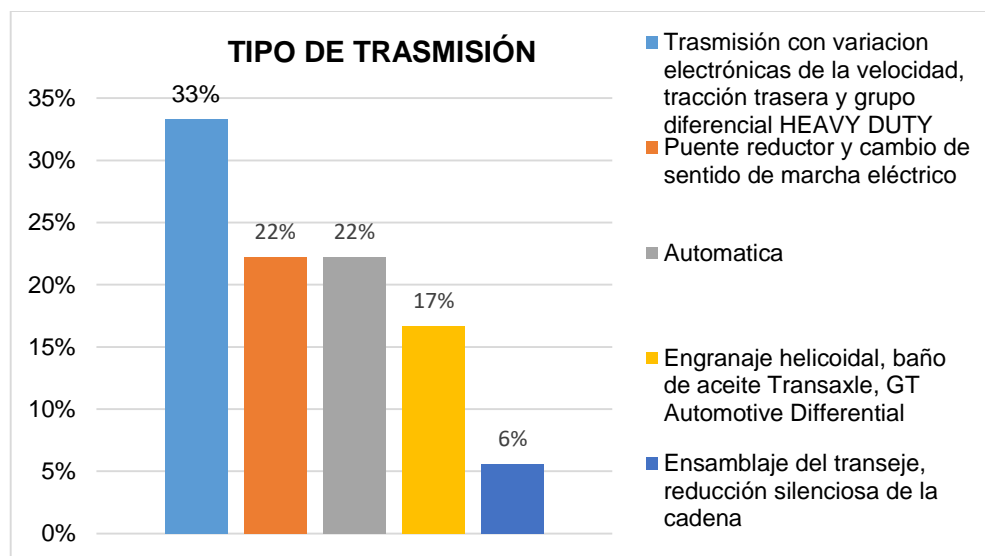
ballestas de una hoja y ballestas amortiguadas se posicionan como los menos utilizados con una representación combinada del 10%.

- **Tipo de suspensión delantera**



En cuanto al tipo de suspensión delantera se puede concluir que la MacPherson con un 32% es la más utilizada, seguidamente con un 21% el tipo de suspensión independiente y las ballestas y amortiguadores independientes tipo MacPherson con muelles son los menos utilizados en esta investigación.

- **Tipo de transmisión**



El 33% de los vehículos estudiados poseen transmisión con variación electrónicas de la velocidad, tracción trasera y grupo diferencial HEAVY DUTY, y el menos utilizado es el tipo de transmisión de ensamble del trans-eje, reducción silenciosa de la cadena equivalente al 6%.

## 6. CONCLUSIONES

- Se lograron establecer los parámetros más relevantes de los vehículos eléctricos utilitarios, siendo estos: modelo, motor, par máximo, autonomía, capacidad de carga, potencia, tipo de chasis, suspensión, frenos velocidad máxima, transmisión, dimensiones.
- La normatividad en Colombia arroja información sobre los vehículos eléctricos en general sin distinción de su uso y hace énfasis en los sistemas de carga utilizados para la movilidad eléctrica. Por parte de la normatividad americana, la información es muy escasa ya que se fundamenta en máquinas eléctricas de disposición industrial, como elevadores y montacargas. El reglamento europeo fue el que nos arrojó información más concreta y valiosa, ya que clasifica parámetros para vehículos eléctricos de tres y cuatro ruedas, para nuestro caso hicimos énfasis en la clasificación L7e de vehículos eléctricos utilitarios de cuatro ruedas con capacidad de carga hasta de 1000 kg.
- En el levantamiento de la matriz se estudiaron a fondo 5 empresas, donde tres de ellas son europeas y los dos restantes estadounidenses, cada una fabricante de vehículos eléctricos con gama utilitaria y con buenas especificaciones de carga, capacidad, dimensiones, entre otras características ya descritas anteriormente en la matriz, y una vez mas se puede concluir que Europa lleva ventaja en cuanto a este tema; Colombia posee empresas que se dedican a convertir vehículos de combustión interna a vehículos eléctricos (EVCO) y esto ya es un gran avance para la industria colombiana en innovación, aun falta mucho pero vamos en progreso.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

15 POST. Extraños autos de 3 ruedas ayudarán a disminuir la contaminación [Video]. YouTube. 15 POST. 13, abril, 2015. 0:53 minutos. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2gniDKezFx4>

ANÓNIMO. Innvextran, 4x4, híbrido, enchufable y español [En línea]. En: ABC. Madrid. 29, octubre, 2014. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.abc.es/motor-novedades/20141029/abci-innvextran-hibrido-enchufable-espaol-201410280836.html>

ANÓNIMO. Tipos de batería para coche eléctrico [En línea]. Electro movilidad. 2016. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>

ANÓNIMO. Un todoterreno eléctrico basado en algoritmos de control avanzado [En línea]. En: Amazings, Noticias de la Ciencia Y la Tecnología. s.l. 10, febrero, 2015. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <http://noticiasdelaciencia.com/not/12656/un-todoterreno-electrico-basado-en-algoritmos-de-control-avanzado/>

CARDONA, Andrés O. Vehículos eléctricos e híbridos alcanzan 0,02% del parque automotor en Colombia [En línea]. En: La Republica. Bogotá D.C. 17, noviembre, 2017. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <https://www.larepublica.co/especiales/minas-amp-energia/vehiculos-electricos-e-hibridos-alcanzan-002-del-parque-automotor-en-colombia-2570740>

COLOMBIA. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Resolución 0186. 22, febrero, 2012. Por la cual se adoptan metas ambientales. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2012. 7 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Decreto 2909. 17, diciembre, 2013. Por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas y se establecen unos contingentes para la importación de vehículos eléctricos e híbridos. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2013. 4 p.

COSTAS, Javier. Coches eléctricos: ¿qué son y cómo funcionan? [En línea]. Motorpasion. 27, diciembre, 2011. [Consultado: 26 de abril de 2018]. Disponible en: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/coches-electricos-que-son-y-como-funcionan>

EMILIO. Motores de flujo axial [En línea]. CONVIERTETE. 06, diciembre, 2012. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.conviertete.com/index.php/joomla/57-motores-de-flujo-axial>

GARCIA, Horacio. Requisitos de ANSI para plataformas de trabajo de montacargas [En línea]. Cuida tu dinero. 01, febrero, 2018. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.cuidatudinero.com/13164136/requisitos-de-ansi-para-plataformas-de-trabajo-de-montacargas>

GARCÍA ÁLVAREZ, José Antonio E. Así funciona el motor de corriente directa o continua [En línea]. Así funciona. s.f. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af\\_motor\\_cd/af\\_motor\\_cd\\_6.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_6.htm)

GONZALES, Carlos. ¿Cómo funciona un coche eléctrico? [En línea]. Motor - Cinco Días y El País. Madrid, España. 21, enero, 2016. [Consultado: 26 de abril de 2018]. Disponible en: [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/01/22/motor/1453453025\\_865094.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/01/22/motor/1453453025_865094.html)

JARAMILLO, José. ¿Cuáles son los carros híbridos y eléctricos que se consiguen en Colombia? [En línea]. En: Revista Don Juan. Bogotá D.C. 29, septiembre, 2015. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.revistadonjuan.com/tecnologia/autos-electricos-2015-vea-los-carros-que-puede-comprar-en-el-pais+articulo+16389407>

JOHN. Siete funciones del controlador de un auto eléctrico [En línea]. Auto eléctrico. 13, julio, 2015. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.auto-electrico.net/2015/07/siete-funciones-del-controlador-de-auto-electrico.html>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050. 25, noviembre, 2018. Código eléctrico colombiano [En línea]. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>

PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. REGLAMENTO (UE) N° 168 / 2013. 15, enero, 2013. Relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos [En línea]. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0168>

RENAULT. Eléctricos Z.E. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <https://www.renault.com.co/gama/electricos.html>

SUAREZ MONTOYA, María Camila. Revisión bibliográfica y caracterización de motores para vehículos eléctricos [En línea]. Trabajo de grado tecnóloga mecánica. Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnologías, 2017. [Consultado: 05 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8223/6292293S939.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TAPLIN, Sam (Direct.). Megafactorías Supercoches: Tesla modelo S. [Programa televisivo]. National Geographic Channel. s.f. 44:56 minutos. Disponible en YouTube. [Consultado: 19 de abril de 2018]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xzzrwXTsj0>